

эксплуатационных затрат, связанных с работой склада и линии подачи. Таким образом, ориентировочно, приемлемая цена может составить 3,0-3,2 тыс. руб./т у.т, что в 2,7-2,9 раза ниже реальной стоимости пеллет (таблица).

Кроме того, надо учитывать рост цен на топливо, так по некоторым оценкам цены на природный газ за период 2010-2020 гг. вырастут на 210 % (в 2,1 раза) в то время как торфяные пеллеты за этот же период подорожают в 1,4 раза.

Вывод: компенсационные механизмы, позволяющие сделать сжигание пеллет более привлекательным, требуют более детального анализа и глубокого изучения, в том числе и зарубежного опыта, но в первом приближении предлагается выполнять реконструкцию котлов для сжигания древесных и торфяных пеллет за счет федеральных целевых программ (например, ФЦП по энергосбережению).

Дополнительные эксплуатационные затраты, связанные со сжиганием пеллет и относящиеся на тепловую энергию, должны либо включаться в соответствующие тарифы, либо компенсироваться за счет субсидий из бюджета субъекта РФ.

Отпускаемая при этом электроэнергия и мощность должны оплачиваться рынком в безусловном порядке по заявкам ценопринимания как в теплофикационном, так и в конденсационном режимах.

Список использованных источников

1. Тенденции развития добычи торфа в России и мира / Горная промышленность [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mining-media.ru> (дата обращения 17.11.2016).

2. Тенденции развития добычи торфа в Кировской области / Бизнес Новости [Электронный ресурс]. URL: <http://bnkirov.ru> (дата обращения 16.11.2016).

3. Лоншаков А. С., Шемпелев А. Г. Опыт сжигания непроектных топлив в котлах БКЗ-210-140 // Главный энергетик. 2015. № 11-12. С. 44–51.

4. Осинцев В. В., Сухарев М. П., Торопов Е. В. [и др.] Улучшение процесса сжигания топлива на котлах БКЗ-210-140Ф // Электрические станции. 2006. № 11. С. 13–19.

5. Методические указания по организации изменения топливного режима в связи с недостатком проектных углей на электростанциях РАО «ЕЭС России». РД153-34.1-44.302-2001. М. : СПО ОРГРЭС, 2001. 10 с.

УДК 621.039

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

NUCLEAR POWER: PRACTICAL REALIZATION OF INNOVATIVE SOLUTIONS

Путякова А. Д., Куликова Е. А.
Уральский государственный университет путей сообщения,
г. Екатеринбург, kulikova.elena@mail.ru

Putyakova A. D., Kulikova E. A.
Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассмотрены меры, обеспечивающие высокую степень безопасности российских АЭС, приведены примеры практической реализации различных инновационных решений в атомной энергетике.

Abstract: The paper discusses measures to ensure a high degree of safety of Russian NPPs, and examples of practical implementation of different innovative solutions in the nuclear industry.

Ключевые слова: атомная энергетика; безопасность; инновационные решения.

Key words: nuclear energy; safety; innovative decisions.

В XXI веке человечество столкнулось с глобальной энергетической проблемой: дальнейший экономический рост требует все больше электроэнергии в условиях реальной ограниченности топливных ресурсов и существующего на сегодняшний день дефицита электроэнергии. Одно из направлений решения данной проблемы – дальнейшее ускоренное развитие атомной (ядерной) энергетике, основные преимущества которой – отсутствие вредных выбросов, небольшой объем используемого топлива, возможность его повторного использования после переработки и низкая себестоимость получаемой энергии. Основным недостаток атомных электростанций (АЭС) – возможность попадания в атмосферу радиоактивных веществ в случае аварии. Именно поэтому при проектировании, строительстве и эксплуатации АЭС особое внимание уделяется вопросам повышения уровня безопасности.

Меры, обеспечивающие высокую степень безопасности российских АЭС:

1) безопасная эксплуатация реакторов.

В водо-водяных энергетических реакторах (ВВЭР) применена композиция активной зоны, которая обеспечивает «самозащищенность» реактора или его «саморегулирование». Если поток нейтронов увеличивается, растет температура в реакторе и повышается паросодержание. Но реакторные установки сконструированы таким образом, что само повышение паросодержания в активной зоне приведет к ускоренному поглощению нейтронов и прекращению цепной реакции. Также управляющие стержни, предназначенные для регулирования скорости реакции, подвешивают над реактором и удерживают электромагнитами, поэтому в аварийной ситуации при обесточивании энергоблока электромагниты отключатся и стержни войдут в активную зону под действием силы тяжести.

2) четыре барьера безопасности.

Система безопасности состоит из четырех барьеров на пути распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ в окружающую среду: топливная матрица, предотвращающая выход продуктов деления под оболочку тепловыделяющего элемента; сама оболочка тепловыделяющего элемента, не дающая продуктам деления попасть в теплоноситель главного циркуляционного контура; главный циркуляционный контур, препятствующий выходу продуктов деления под защитную герметичную оболочку; система защитных герметичных оболочек (контайнмент), исключающая выход продуктов деления в окружающую среду.

3) системы безопасности и специальные устройства.

В частности, одним из элементов системы аварийного охлаждения активной зоны являются специальные емкости с борной кислотой, находящиеся над реактором. В случае максимальной проектной аварии – разрыва первого контура охлаждения реактора – содержимое емкостей самотеком оказывается внутри активной зоны реактора, и цепная ядерная реакция гасится большим количеством борсодержащего вещества, хорошо поглощающего нейтроны.

4) прочие меры по обеспечению защиты.

После аварии на Чернобыльской АЭС были предприняты меры, снижающие роль человеческого фактора в кризисных ситуациях, проведена модернизация систем безопасности на действующих станциях. На всех станциях в случае возникновения ситуации обесточивания существует несколько систем, которые включаются одна за другой и полностью исключают возможность развития событий по аналогии с аварией на АЭС Фукусима в Японии [1].

Высокий уровень безопасности позволяет обеспечить практическая реализация различных инновационных решений [2]:

1) реакторы нового поколения.

Реакторы с системами так называемой «пассивной» безопасности или «естественной безопасности», в основе функционирования которых лежит действие сил тяжести, тепловая конвекция и т. п., невозможность вывести реактор в режим неуправляемой цепной реакции деления. Они не требуют активного вмешательства персонала в случае каких-либо сбоев в работе энергетической установки. 5 августа 2016 г. первый энергоблок с таким реактором введен в эксплуатацию на Нововоронежской АЭС.

2) реакторы на быстрых нейтронах.

Работы по разработке реакторов на быстрых нейтронах реализуются в рамках программы «Новая технологическая платформа: замкнутый ядерный топливный цикл и реакторы на быстрых нейтронах». Стратегическая роль быстрых реакторов для развития атомной энергетики страны отражена в Федеральной целевой программе «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010–2015 гг. и на перспективу до 2020 г.» [3]. Рециклинг отходов ядерного топлива позволит повысить эффективность использования природного урана к 2030 г. не менее чем в 30 раз по сравнению с 2009 г. с прекращением всех

накоплений отходов ядерного топлива на складах. Ценность подобных технологий заключается в обеспечении полной независимости от сырьевой топливной базы, исключительно высокой экологической безопасности атомной энергетики, эффективного сдерживания роста цены на электроэнергию. По состоянию на ноябрь 2016 г. на Белоярской АЭС запущены два реактора на быстрых нейтронах (БН-600 и БН-800).

3) плавучие атомные теплоэлектростанции (ПАТЭС).

Проект предназначен для надежного круглогодичного тепло- и электроснабжения удаленных районов Арктики и Дальнего Востока. ПАТЭС – головной проект серии мобильных транспортабельных энергоблоков малой мощности, представляющий собой новый класс энергоисточников на базе российских технологий атомного судостроения. Плавучий энергоблок, предлагаемый для энергообеспечения крупных промышленных предприятий, портовых городов, комплексов по добыче и переработке нефти и газа на шельфе морей, создается на основе серийной энергетической установки атомных ледоколов, проверенной в течение их длительной эксплуатации в Арктике. В настоящий момент на этапе производства находится ПАТЭС «Академик Ломоносов»: первый энергоблок спущен на воду, ведется строительство береговой инфраструктуры, ввод в эксплуатацию запланирован на сентябрь 2019 г.

4) автоматизация процессов.

Использование роботизированного комплекса для загрузки топлива в реакторы позволяет уменьшить время работы с 26 до 4 часов, увеличивая при этом качество и степень безопасности процесса за счет сведения к минимуму участия человека. Данный комплекс применяется на 17 энергоблоках в России и 6 энергоблоках в Индии, Армении и Украине.

Инновационные решения используют при проектировании и строительстве Балтийской АЭС (два энергоблока ВВЭР-1200 проекта АЭС-2006 поколения 3+), Курской АЭС-2 (по проекту ВВЭР-ТОИ), Смоленской АЭС-2 (два энергоблока ВВЭР-1200 проекта АЭС-2006 поколения 3+).

Динамичное развитие атомной отрасли России – мощного комплекса, включающего более 500 предприятий и организаций, в котором занято свыше 190 тыс. человек, является одним из основных условий обеспечения энергонезависимости государства и стабильного роста экономики страны.

Список использованных источников

1. Меры обеспечения безопасности российских АЭС [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rosenergoatom.ru/> (дата обращения 10.11.2016).
2. Инновационные решения в атомной отрасли [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rosatom.ru/> (дата обращения 10.11.2016).
3. Федеральная целевая программа «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010–2015 гг. и на перспективу до 2020 года»

[Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/197428/> (дата обращения 10.11.2016).

УДК 662.76

ЧИСЛЕННОЕ СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ПИЛОТНЫХ ПОТОЧНЫХ ГАЗИФИКАТОРОВ

NUMERICAL COMPARATIVE STUDY OF THE PILOT ENTRAINED- FLOW GASIFIERS AERODYNAMIC CHARACTERISTICS

Ральников П. А., Абаймов Н. А., Рункова К. В.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, ral-pavel@mail.ru

Ralnikov P. A., Abaimov N. A., Runkova K. V.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассмотрена одна из технологий энерго- и ресурсосбережения в угольной энергетике, а именно поточная газификация твердого топлива. В работе сравниваются аэродинамические особенности работы двух пилотных одноступенчатых кислородных газификаторов под давлением с сухой топливоподачей пылевидного твердого топлива. Одна из этих установок разработана концерном Siemens, а вторая НПО ЦКТИ. Численное моделирование работы агрегатов проведено с использованием метода вычислительной гидродинамики CFD. Сравнение расчетных результатов показало влияние относительных длин камер газификации на расположения аэродинамических структур.

Abstract: One of the energy technologies and resource saving in coal-based energy considered in this work. In the work the aerodynamic features of the two pilot single-stage pressurized oxygen-blown dry-feed pulverized solid fuels gasifier are compared. One of these units developed by concern Siemens, and the second - NPO CKTI. Numerical modeling of the units carried out using computational fluid dynamics (CFD) method. Comparison of the calculated results showed the influence of the gasification chamber relative lengths on the aerodynamic structures location.

Ключевые слова: газификация; вычислительная гидродинамика; твердое топливо; кислородное дутье; поточный газификатор.

Key words: gasification; CFD; solid fuel; oxygen-blowing; entrained-flow gasifier.